

## **DIGESTIBILIDAD Y RESPUESTA OVÁRICA DE CONEJAS REPRODUCTORAS ALIMENTADAS CON DIETAS SUPLEMENTADAS CON ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS n-3**

Pascual, J.I.<sup>1</sup>, Rebollar, P.G.<sup>1</sup>, Aguado, E.<sup>2</sup>, Ausín L.<sup>2</sup>, Millán, P.<sup>2</sup>, de la Riba, S.<sup>2</sup>, García-García R.M.<sup>1</sup>, Arias-Álvarez M.<sup>2</sup>, Lorenzo P.L.<sup>2</sup>, García-Rebollar P.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Producción Animal, E.T.S.I. Agrónomos, UPM. <sup>2</sup>Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria, UCM. Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid.

[pilar.grebollar@upm.es](mailto:pilar.grebollar@upm.es)

### **INTRODUCCIÓN**

Aumentar el número de gazapos destetados por coneja y parto es un objetivo importante para incrementar la rentabilidad del sector cunícola industrial con efectos directos. La mejora genética de la prolificidad en las líneas de madres ha demostrado ser una estrategia eficaz para alcanzar este objetivo; sin embargo otras vías, como la influencia de diferentes fuentes de grasa en las dietas de conejas reproductoras, han sido muy poco estudiadas. Los ácidos grasos (AG) n-3 interfieren en la fisiología reproductiva porque pueden modular las enzimas involucradas en el metabolismo de las prostaglandinas y del colesterol que es el precursor de los esteroides como la progesterona (revisado en Gulliver et al., 2012). El objetivo de este trabajo es estudiar si la suplementación con AG poliinsaturados (PUFA) n-3 de las dietas de conejas durante la recría puede afectar a la tasa de ovulación y a la síntesis esteroidogénica ovárica determinada mediante las concentraciones de progesterona plasmática.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

Un total de 20 conejas (*Oryctolagus cuniculus*) híbridas (Neozelandés blanco x Californiano), alojadas en la granja experimental de la E.T.S.I. Agrónomos de Madrid (20-25°C, 16HL:8HO) se distribuyeron al azar en dos grupos (n=10) desde las 10 hasta las 16 semanas de edad, suministrándoles *ad libitum* dos piensos con igual composición en ingredientes y valor nutritivo (2400 Kcal ED/kg, 37% FND y 16% PB) pero suplementados con diferentes fuentes de grasa. En el pienso P (PUFA n-3) se incluyó un 1,5% de un suplemento (Optomega 50, Optivite, International Ltd., España), con un 50% de extracto etéreo, concentrado en PUFA n-3 [13% DHA (C22:6 n-3), 3% DAPA (C22:5 n-3), 7% EPA (C20:5 n-3), 7% C18:4 n-3 y 3% Linolénico (C18:3 n-3)] a partir de aceite refinado de salmón, y en el pienso C (control) se utilizó un 0,75% de manteca. A las 12 semanas de edad y con un peso medio de 4097±72,3 g se determinó la digestibilidad aparente de las dietas (n=10 conejas por tratamiento) durante 5 días en jaulas de metabolismo. Los análisis de piensos y heces se realizaron utilizando los métodos de la AOAC International (2000). Para estudiar la respuesta ovárica, a las 16 semanas de edad y con un peso medio de 4691±82,8 g, todas las conejas se trataron con 20 µg de GnRH, i.m. (Inducel-GnRH Lab. Ovejero) para inducirles la ovulación. Se tomaron un total de 5 muestras de sangre por punción de la arteria medial de la oreja (10:00-11:00 a.m.), antes de la inducción, una hora después, y los días 5, 7 y 9 de pseudogestación. Cada muestra de sangre se recogió en tubos con EDTA, se centrifugaron a 3.500 r.p.m durante 10' y el plasma se congeló a -20°C. Posteriormente, mediante enzimoimmunoanálisis, se analizaron las concentraciones de progesterona con un kit comercial (Progesterone ELISA, Demeditec Diagnostics GmbH, Germany). Todos los animales se sacrificaron el día 9 post-inducción de ovulación para determinar si habían ovulado y contar los cuerpos lúteos (CL) en la superficie ovárica. Para analizar el efecto de las dietas sobre el consumo de pienso, los coeficientes de digestibilidad y el nº de CL se realizó un análisis de varianza de una vía (tipo de dieta) utilizando el proc glm del SAS (SAS Institute Inc., 2001). Las concentraciones de progesterona se analizaron con un modelo de medidas repetidas (proc mixed) con la coneja como efecto fijo y el tipo de dieta como efecto principal.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Durante los dos meses que duró el experimento, las conejas que recibían el pienso suplementado con PUFA n-3 tendieron a consumir más que las del grupo control (220,8±6,0 vs. 204,8±6,0 g MS/día, respectivamente;  $P=0,077$ ), pero no se observaron diferencias en el incremento diario de peso de los animales entre tratamientos (23,3 y 19,1 g/día para los

piensos P y C, respectivamente;  $P=0,125$ ). Durante la prueba de digestibilidad, el consumo de pienso y la digestibilidad de los nutrientes no fueron diferentes entre dietas (Tabla 1). Estos resultados confirman los obtenidos en otros trabajos (Fernández et al., 1994; Casado, et al., 2010) que no observaron diferencias en la digestibilidad o los resultados productivos de conejos en cebo que recibían dietas suplementadas con niveles más altos (un 3%) de fuentes de grasa con diferentes ratios de AG insaturados/saturados.

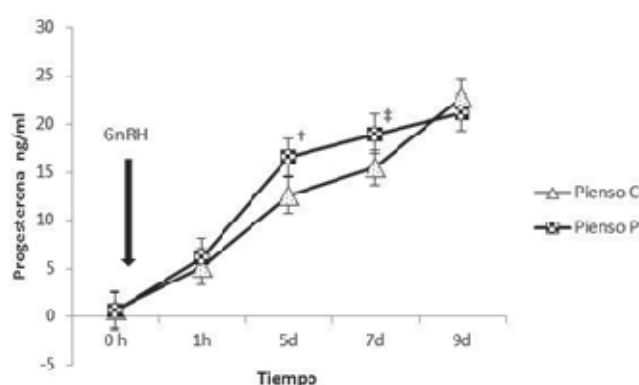
**Tabla 1.** Efecto de la suplementación de las dietas con PUFA n-3 sobre el consumo y digestibilidad aparente en conejas reproductoras de 12 semanas de edad.

Dietas <sup>a</sup>	P	C	EEM <sup>b</sup>	Prob.
Consumo de materia seca, g/d	118	125	7,11	0,371
Coeficientes de digestibilidad aparente(%)				
Materia seca	60,2	61,2	0,53	0,205
Energía bruta	60,5	61,1	1,39	0,572
Fibra neutro detergente	30,4	30,1	0,60	0,700
Proteína bruta	64,8	65,6	1,01	0,549
Energía digestible (Kcal/kg)	2372	2410	28,2	0,353

<sup>a</sup>P: pienso P (PUFA n-3); C: pienso C (control)

<sup>b</sup>EEM: error estándar de la media (n=10 conejas)

El 100% de las conejas alimentadas con el pienso suplementado con PUFA n-3 ovularon vs. el 90,0% con el pienso control ( $P=0,33$ ). El número medio de CL en la superficie ovárica fue similar en los dos grupos ( $9,6\pm0,9$  y  $10,1\pm1,0$  CL en el grupo P y C, respectivamente;  $P=0,686$ ). Estos resultados son similares a los obtenidos en otras especies de ovulación espontánea (Childs et al., 2008). Las concentraciones de progesterona de las conejas de los dos grupos aumentaron significativamente ( $P<0,05$ ) en respuesta a la inducción con GnRH una hora y 5 días después de la inducción de ovulación (0h), manteniéndose al mismo nivel el día 7 y el día 9 (Figura 1). Las conejas alimentadas con el pienso suplementado con PUFA n-3 tendieron a presentar concentraciones de progesterona superiores el día 5 y el día 7 post-inducción a las del grupo C ( $P=0,068$  y  $P=0,082$ ; respectivamente).



**Figura 1.** Evolución de la progesterona plasmática tras la inducción de ovulación con  $20\text{ }\mu\text{g}$  de GnRH i.m. en conejas alimentadas con un pienso enriquecido con PUFA n-3 (P) o con pienso comercial (C). (Diferencias entre medias por el efecto dieta, †:  $P=0,068$ ; ‡:  $P=0,082$ ).

A pesar de que los AG n-3 se asocian con bajos niveles de colesterol, precursor de la progesterona, esta última no sólo no se ve afectada sino que incluso puede aumentar porque los AG n-3 inhiben la síntesis de  $\text{PgF}_{2\alpha}$  interviniendo en el metabolismo y síntesis de su precursor, el ácido araquidónico (Cheng et al., 2001, 2005). Otros trabajos en vacuno han demostrado *in vitro* (Mattos et al., 2003) e *in vivo* (Mattos et al., 2004; Childs et al., 2008) que los AG n-3 reducen la acción luteolítica de las  $\text{PgF}_{2\alpha}$  en los primeros días de formación de los CL, favoreciendo que éstos produzcan más progesterona y disminuyan la

mortalidad embrionaria. Resultados similares se han descrito en cerdas (Smits et al., 2010, 2011). De estos resultados se concluye que la suplementación con PUFA n-3 de las dietas de conejas nulíparas no afecta al consumo, a la digestibilidad de los nutrientes ni a su tasa de ovulación, pero mejora los niveles de progesterona en los primeros días tras la inducción de ovulación. Una mayor progesteronemia podría favorecer los mecanismos fisiológicos involucrados en la implantación embrionaria que en la coneja acontecen en torno al día 7 post-cubrición, evitando la consiguiente reabsorción embrionaria temprana. Son necesarios más trabajos para confirmar que la prolificidad de las conejas se puede mejorar con la incorporación de PUFA n-3 en sus dietas.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT AGL-2011 23822.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Association of Official Analytical Chemists International. 2000. *Official Methods of Analysis of the AOAC International*. 17<sup>a</sup> edición. AOAC International, Gaithersburg, MD, USA. Casado, C., Moya, V.J., Fernández, C., Pascual, J.J., Cervera, C. 2010. *World Rab. Sci.* 18: 57-63. • Cheng, Z., Robinson, R.S., Pushpakumara, P.G., Mansbridge, R.J., Wathes, D.C. 2001 *J. Endocrinol.* 171: 463-473. • Cheng, Z.G., Abayasekara, D.R.E., Wathes, D.C. 2005. *Mol. Cell Biol. Lipids* 1736: 128-135. • Childs, S., Carter, F., Lynch, C.O., Sreenan, J.M., Lonergan, P., Hennessy, A.A., Kenny, D.A. 2008. *Theriogenol.* 70: 992-1003. • Fernández, C., Cobos, A., Fraga, M.J. 1994. *J. Anim. Sci.* 72:1508-1515 • Gulliver, C.E., Friend, M.A., B.J. King, Clayton, E.H. 2012. *Animal Reprod. Sc.* 131: 9-22. • Mattos, R., Guzeloglu, A., Badinga, L., Staples, C.R., Thatcher, W.W. 2003. *Biol. Reprod.* 69: 780-787. • Mattos, R., Staples, C.R., Artech, A., Wiltbank, M.C., Díaz, F.J., Jenkins, T.C., Thatcher, W.W. 2004 *J. Dairy Sc.*, 87: 921-932. • SAS Institute. SAS/STAT User's Guide (Release 8.2). SAS Institute Inc., 2001. • Smits, R.J., Luxford, B.G., Mitchell, M., Nottle, M.B. 2011 Midwest ADSA and ASAS. Des Moines, Iowa. March 14-16, 2011. Abstr. 192. Smits, M., Patterson, J. L., Webel, S.K., O'Donoghue, R.A., Foxcroft, G.R. 2010 *Proc. 21st IPVS Congress, Vancouver, Canada-July 18-21, 2010*. pp 58.

### DIGESTIBILITY AND OVARIAN RESPONSE OF RABBIT DOES FED SUPPLEMENTED DIETS WITH POLYUNSATURATED FATTY ACIDS n-3

**ABSTRACT:** Twenty rabbit does were fed ad libitum two isofibrous, isoenergetic and isoproteic diets (n=10) supplemented with two different fat sources: 0.75% lard for diet C (control) or 1.5% of a supplement (Optomega-50; Optivite International Ltd., España) containing a 50% of EE and 38% of n-3 polyunsaturated fatty acids for diet P (PUFA n-3). From 10 to 16 weeks of age does feed intake was determined and apparent digestibility of nutrients at 12 weeks of age, ovulation rate and plasma progesterone concentrations at 0, 60 min, 5, 7 and 9 days post-induction after administration of 20 µg of Gonadorelina (Inducel-GnRH, Lab. Ovejero) at 16 weeks of age were assessed. Average daily intake (150.5 g/d), apparent digestibility of DM (60.7±0.53%), NDF (30.2±0.60%), CP (65.2±1.01%) and digestible energy (2391±18.2 Kcal/Kg), ovulation rate (95%), and number of corpora lutea (9.8±0.7) were similar between dietary treatments. Plasma progesterone concentrations increased at 60 minutes (7.13±1.9 ng/ml) and 5 days (13.3±1.9 ng/ml) after induction with respect to day 0 (0.7±1.9 ng/ml;  $P<0.05$ ), remaining constant afterward in both groups (19.4±1.9 ng/ml). However, plasma progesterone of does fed diet P tended to be higher than for diet C on day 5 and 7 post-induction (16.6±1.9 vs. 12.6±1.8 and 19.0±1.8 vs. 15.5±2.1 ng/ml,  $P=0.068$  and  $P=0.082$ ; respectively). Therefore, PUFA n-3 supplementation of does rabbit diets might be related with high progesterone levels and reduced early embryo mortality. More research is needed to determine if prolificacy of does rabbit could be improved by feeding n-3 PUFA enriched diets.

Keywords: digestibility, progesterone, PUFA n-3, rabbit